

551,824

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international(43) Date de la publication internationale  
21 octobre 2004 (21.10.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/090320 A2(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :

F02M 25/07

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2004/050114

(22) Date de dépôt international : 19 mars 2004 (19.03.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :

0304227

4 avril 2003 (04.04.2003) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : PEU-  
GEOT CITROEN AUTOMOBILES [FR/FR]; route de  
Gisy, F-78140 VELIZY VILLACOUBLAY (FR).

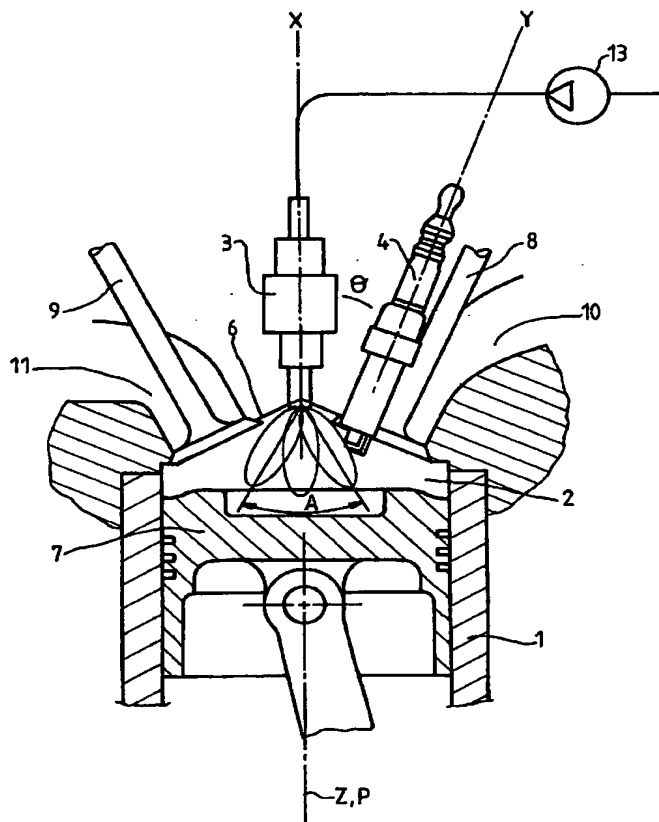
(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) :  
SULKOWSKI, Pascal [FR/FR]; 230 rue Filliette Nicolas  
Philibert, F-92500 RUEIL MALMAISON (FR).(74) Mandataire : DE CUENCA; PEUGEOT CITROEN AU-  
TOMOBILES, Brevets et Propriété Industrielle (081), 18  
rue des Fauvelles, F-92250 LA GARENNE COLOMBES  
(FR).(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,  
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: INTERNAL COMBUSTION ENGINE WITH DIRECT PETROL INJECTION AND CONTROLLED IGNITION

(54) Titre : MOTEUR A COMBUSTION INTERNE A INJECTION DIRECTE D'ESSENCE ET A ALLUMAGE COMMANDE



(57) Abstract: The invention relates to an internal combustion engine with direct petrol injection and controlled ignition, comprising at least one cylinder (1), a cylinder head (6), sealing the cylinder (1), a piston (7), arranged to run in the cylinder (1), a combustion chamber (2), defined by the piston (7) and the cylinder head (6), a petrol injection means (3) into the combustion chamber (2), an ignition means (4), for producing an ignition of the air/petrol mixture in the combustion chamber (2), inlet (8) and exhaust (9) valves, selectively sealing the combustion chamber (2) and means for recirculation of at least a part of the exhaust gas into the combustion chamber (2) during the air intake phase, characterised in that the pressure provided for the injection means (3) is greater than 250 bars, such as to homogenise the air/petrol/recycled exhaust gas mixture and increase the speed of combustion.

(57) Abrégé : L'invention concerne un moteur combustion interne, à injection directe d'essence et à allumage commandé, comprenant au moins un cylindre (1), une culasse (6) obturant le cylindre (1), un piston (7) monté coulissant dans le cylindre (1), une chambre de combustion (2) définie entre le piston (7) et la culasse (6), un moyen d'injection (3) d'essence dans la chambre de combustion (2), un moyen d'allumage (4) destiné à produire une inflammation du mélange air-essence dans la chambre de combustion (2), des soupapes d'admission (8) et d'échappement (9), obturant sélectivement la chambre de combustion (2) et des moyens de recirculation d'au moins une partie des gaz d'échappement dans la chambre (2) de combustion pendant la phase d'admission d'air, caractérisé en ce que la pression fournie au moyen

[Suite sur la page suivante]

WO 2004/090320 A2



MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

**Déclaration en vertu de la règle 4.17 :**

— *relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US seulement*

- (84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

Moteur à combustion interne, à injection  
directe d'essence et à allumage commandé

L'invention se rapporte à un moteur à  
5 combustion interne, à injection directe  
d'essence et à allumage commandé.

L'invention concerne plus particulièrement un  
moteur à combustion interne, à injection directe  
d'essence et à allumage commandé, comprenant au  
10 moins un cylindre, une culasse obturant le  
cylindre, un piston monté coulissant dans le  
cylindre, une chambre de combustion définie  
entre le piston et la culasse, un moyen  
d'injection d'essence dans la chambre de  
15 combustion, un moyen d'allumage destiné à  
produire une inflammation du mélange air-essence  
dans la chambre de combustion, des soupapes  
d'admission et d'échappement, obturant  
sélectivement la chambre de combustion et des  
20 moyens de recirculation d'au moins une partie  
des gaz d'échappement dans la chambre de  
combustion pendant la phase d'admission d'air.

Différents modes de fonctionnement liés à la  
stratégie d'injection sont envisageables grâce à  
25 l'injection directe d'essence.

L'une des solutions connue, est  
l'introduction de carburant dans les proportions  
stœchiométriques, de façon à ce que la totalité  
du carburant soit brûlée au contact de l'air.  
30 Selon cette solution, le carburant est introduit  
suffisamment tôt pendant la phase d'admission du  
cycle moteur pour assurer une bonne évaporation  
et une bonne homogénéité de la charge.

Dans ce mode de fonctionnement, il est intéressant d'introduire dans la chambre de combustion, au moment de l'admission, des gaz brûlés issus de l'échappement (aussi appelés gaz recirculés). Ces gaz ne participent pas à la combustion mais permettent de diminuer la densité du mélange combustible (essence-air) et donc de réduire les pertes d'énergie lors du cycle moteur.

Toutefois, la réintroduction des gaz brûlés présente des inconvénients : le mélange air-essence-gaz recirculés n'est pas homogène et la vitesse de combustion est réduite. Ces deux effets ont pour conséquence une dégradation du rendement de combustion. La quantité maximale de gaz brûlés qu'il est possible d'introduire pour gagner en consommation est donc limitée.

Un but de la présente invention est de pallier tout ou partie des inconvénients de l'art antérieur relevés ci-dessus.

A cette fin, le moteur à combustion interne, à injection directe d'essence et à allumage commandé selon l'invention, par ailleurs conforme à la définition générique qu'en donne le préambule ci-dessus, est essentiellement caractérisé en ce que la pression fournie au moyen d'injection dépasse 250 bars, de façon à homogénéiser le mélange air-essence-gaz d'échappement recirculés et à augmenter la vitesse de combustion.

Par ailleurs, l'invention peut comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

- les gaz d'échappement réintroduits dans la chambre de combustion représentent un taux résiduel supérieur à 20%, et de préférence compris entre 40 et 60%,

5        - au moins une partie des gaz d'échappement recirculés est réintroduite dans la chambre de combustion par voie dite « externe » (EGR), c'est à dire par le biais d'une conduite de dérivation,

10       - au moins une partie des gaz d'échappement recirculés est réintroduite dans la chambre de combustion par voie dite « interne » (IGR), c'est à dire par un pilotage approprié des soupapes d'admission et d'échappement.

15       - le moyen d'injection d'essence et le moyen d'allumage sont séparés d'une distance comprise entre 5 et 30 millimètres.

20       - le moyen d'injection et le moyen d'allumage sont disposés dans la culasse selon deux axes respectifs formant un angle supérieur à 35°.

- les moyens d'injection injectent l'essence pendant la phase de compression du cycle moteur.

- les moyens d'injection injectent l'essence pendant la phase d'admission du cycle moteur.

25       D'autres particularités et avantages apparaîtront à la lecture de la description ci-après, faite en référence aux figures dans lesquelles :

30       - la figure 1 représente une vue en coupe schématique et partielle d'un moteur à combustion interne selon l'invention,

- la figure 2 représente une vue schématique de dessus d'un moteur comportant un dispositif connu de recyclage des gaz d'échappement par voie dite « externe ».

5 Le moteur selon l'invention représenté à la figure 1 comprend au moins un cylindre 1, une culasse 6 obturant le cylindre 1 et un piston 7 monté coulissant dans le cylindre 1. Une chambre de combustion 2 est définie entre le piston 7 et  
10 la culasse 6.

Le moteur comprend également un moyen d'injection 3 d'essence, tel qu'une buse ou un injecteur qui débouche dans la chambre de combustion 2. L'injecteur 3 est alimenté par une  
15 pompe 13 d'injection destinée à fournir à l'injecteur 3 de l'essence sous pression. Un moyen d'allumage 4, tel qu'une bougie plonge également dans la chambre de combustion 2 pour produire une inflammation du mélange air-essence  
20 dans la chambre de combustion 2 à un instant déterminé.

Selon une caractéristique de l'invention, la pression de l'essence fournie à l'injecteur 3 dépasse 250 bars. L'injecteur 3 peut être  
25 disposé, par exemple, sur l'axe Z de symétrie du cylindre 1, telle que le montre la figure 1. La bougie peut être disposée à une distance comprise entre 5 et 30 millimètres de l'injecteur 3. Selon cet arrangement,  
30 l'injecteur 3 est disposé, dans la culasse 6, selon un axe X et la bougie 4 est disposée selon un axe Y. L'angle  $\theta$ , entre l'axe X de l'injecteur 3, et l'axe Y de la bougie 4, est inférieur à 35°.

D'autres arrangements, non représentés, de l'injecteur 3 et de la bougie 4 peuvent être envisagés. Par exemple, l'angle  $\theta$ , entre l'axe X de l'injecteur 3, et l'axe Y de la bougie 4, est  
5 supérieur à  $35^\circ$ , et de préférence égal à  $60^\circ$  environ. L'injecteur 3 et la bougie 4 peuvent être notamment disposés de part et d'autre de l'axe Z de symétrie du cylindre 1.

Le moteur comporte également une ou plusieurs  
10 soupapes d'admission 8 et une ou plusieurs soupapes d'échappement 9 obturant sélectivement des passages entre la chambre de combustion 2 et, respectivement, un conduit d'admission 10 et un conduit d'échappement 11.

15 Le moteur est de plus caractérisé par le fait qu'il comporte des moyens de recirculation d'au moins une partie des gaz d'échappement.

Lors de l'injection d'essence à haute pression selon l'invention, on constate une  
20 forte turbulence dans la chambre de combustion 2, bien supérieure à celle des installations traditionnelles. Cette turbulence permet d'augmenter le plissement du front de flamme et donc la surface de flamme en contact avec le  
25 mélange combustible.

La forte turbulence, générée par la pression d'essence élevée, permet des vitesses de combustion plus élevées pour un taux de gaz brûlés donné. Ainsi, une combustion de qualité  
30 acceptable pourra être obtenue pour des taux de gaz recirculés élevés. Le taux résiduel de gaz d'échappement réintroduits dans la chambre de combustion 2 pourra être supérieur à 20% et selon un mode de réalisation privilégié compris  
35 entre 40 et 60%.

D'autre part, la haute pression délivrée permet d'injecter une grande quantité de carburant grâce à la bonne atomisation obtenue. Cette caractéristique permet aussi d'obtenir  
5 rapidement un mélange air frais-gaz brûlés-essence très homogène.

Le moteur selon l'invention présente l'avantage de réduire la consommation de carburant grâce à la recirculation plus  
10 importante des gaz d'échappement.

Deux moyens connus de recirculation des gaz brûlés peuvent être envisagés : soit par la voie dite « externe » (EGR), telle que représentée à la figure 2, soit par la voie dite « interne »  
15 (IGR).

Selon la configuration par la voie dite « externe », les gaz brûlés peuvent être prélevés selon deux modes.

En variante, les gaz brûlés peuvent être  
20 prélevés au niveau des conduits d'échappement 11. Les gaz sont ensuite réintroduits en amont du collecteur d'admission 16 via une conduite de dérivation 14.

Les gaz brûlés peuvent être prélevés par la  
25 voie d'un conduit interne 15 au niveau de la culasse 6. Les gaz sont ensuite réintroduits en amont du collecteur d'admission 16.

Dans les deux cas, la quantité de gaz d'échappement introduite est contrôlée par une  
30 vanne 12 de régulation pilotée par un calculateur moteur (ECU), non représenté. Les gaz brûlés se mélangent à l'air frais. Ce mélange est introduit dans la chambre de combustion 2 pendant la phase d'admission.



Selon la configuration par la voie dite « interne », les gaz brûlés peuvent être introduits par le pilotage approprié des soupapes d'admission 8 et d'échappement 9. De façon connue, lorsqu'un cycle de combustion est achevé, les soupapes d'échappement 9 s'ouvrent afin de libérer les gaz brûlés. Afin de récupérer une partie de des gaz brûlés, les soupapes d'admission 8 s'ouvrent pendant la phase d'échappement des gaz. A ce moment là, la pression dans le conduit d'échappement 11 est nettement supérieure à la pression observée dans le conduit d'admission 10.

Cette différence de pression entraîne une aspiration des gaz brûlés dans le conduit d'admission 10 pendant la phase correspondant à l'ouverture commune des soupapes d'admission 8 et d'échappement 9. L'ouverture de la soupape d'admission 8 se poursuit après la fermeture de la soupape d'échappement 9. Lors de cette période, les gaz brûlés aspirés dans le conduit d'admission 10, sont réintroduits dans la chambre de combustion 2.

Le pilotage de la quantité de gaz brûlés réintroduits est obtenu par le contrôle de l'ouverture de la soupape d'admission 8. L'utilisation des systèmes de déphasage d'arbre à cames permet, par exemple, d'emprisonner dans le moteur de grande quantité de gaz brûlés (jusqu'à 80% en masse).

De préférence, l'injection d'essence est faite, de façon préférentielle, pendant un laps de temps très court, le plus proche possible de l'instant d'allumage. L'injection d'essence pourra notamment se faire pendant la phase de compression du cycle moteur. Ainsi, la forte

turbulence générée par le jet d'essence sera conservée et amplifiée lors du début de la combustion. L'utilisation d'une pression d'injection supérieure à 250 bars assure une  
5 bonne homogénéité du mélange malgré l'instant tardif d'injection.

La performance du moteur, en pleine charge, pourra aussi être améliorée en adaptant le forme des conduits d'admission 10. Il n'est plus  
10 nécessaire que l'aérodynamique soit générée par les conduits d'admission, on pourra donc optimiser leur dessin pour assurer un meilleur remplissage du moteur en forte charge.

## REVENDICATIONS

1. Moteur à combustion interne, à injection  
5 directe d'essence et à allumage commandé, comprenant au moins un cylindre (1), une culasse (6) obturant le cylindre (1), un piston (7) monté coulissant dans le cylindre (1), une chambre de combustion (2) définie entre le  
10 piston (7) et la culasse (6), un moyen d'injection (3) d'essence dans la chambre de combustion (2), un moyen d'allumage (4) destiné à produire une inflammation du mélange air-essence dans la chambre de combustion (2), des  
15 soupapes d'admission (8) et d'échappement (9), obturant sélectivement la chambre de combustion (2) et des moyens de recirculation d'au moins une partie des gaz d'échappement dans la chambre (2) de combustion pendant la phase d'admission  
20 d'air, caractérisé en ce que la pression fournie au moyen d'injection (3) dépasse 250 bars, de façon à homogénéiser le mélange air-essence-gaz d'échappement recirculés et à augmenter la vitesse de combustion.
- 25 2. Moteur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les gaz d'échappement réintroduits dans la chambre (2) de combustion représentent un taux résiduel supérieur à 20%, et de préférence compris entre 40 et 60%.
- 30 3. Moteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'au moins une partie des gaz d'échappement recirculés est réintroduite dans la chambre de combustion (2) par voie dite

« externe » (EGR), c'est à dire par le biais d'une conduite de dérivation (14, 15).

4. Moteur selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'au moins une partie des gaz d'échappement recirculés est réintroduite dans la chambre de combustion (2) par voie dite « interne » (IGR), c'est à dire par un pilotage approprié des soupapes d'admission (8) et d'échappement (9).

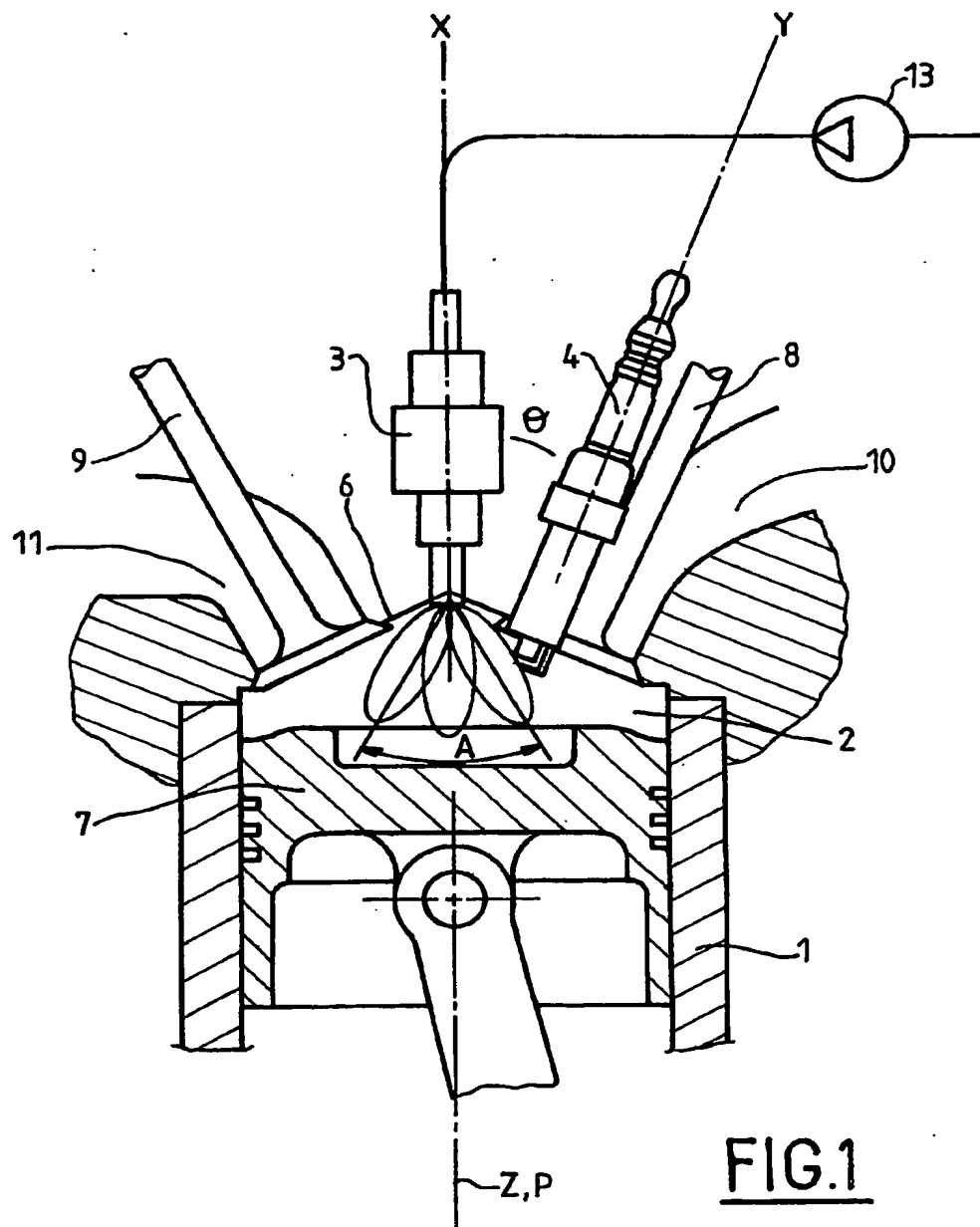
10 5. Moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le moyen d'injection (3) d'essence et le moyen d'allumage (4) sont séparés d'une distance comprise entre 5 et 30 millimètres.

15 6. Moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le moyen d'injection (3) et le moyen d'allumage (4) sont disposés dans la culasse selon deux axes respectifs formant un angle ( $\theta$ ) supérieur à 35°.

20 7. Moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les moyens d'injection (3) injectent l'essence pendant la phase de compression du cycle moteur.

25 8. Moteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les moyens d'injection (3) injectent l'essence pendant la phase d'admission du cycle moteur.

112



2 / 2

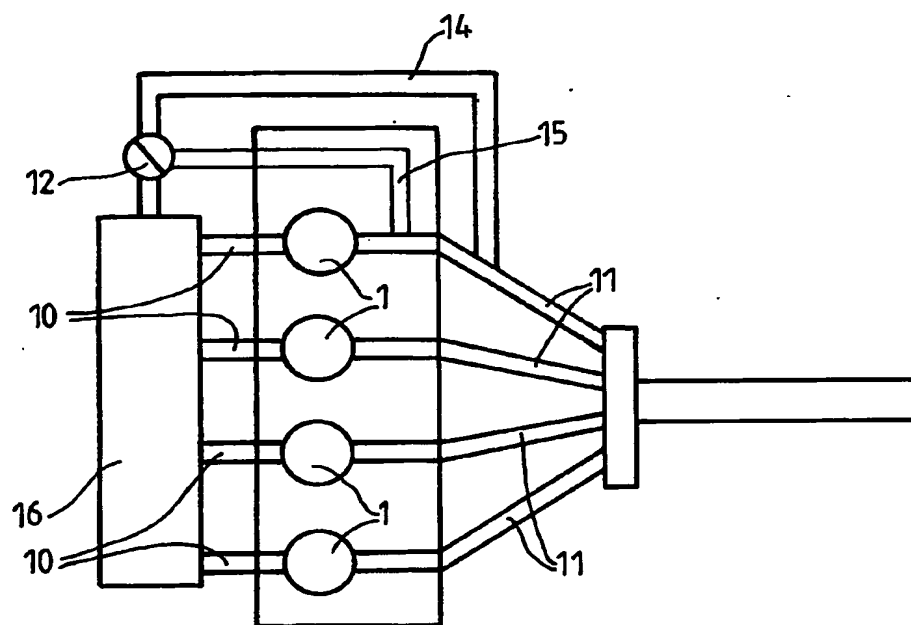


FIG.2